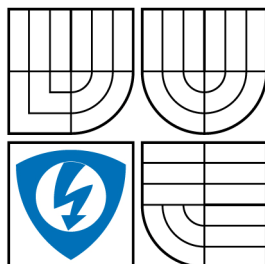


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘÍCÍ TECHNIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION**

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

NÁVRH SYSTEMU MĚŘENÍ PROVOZNÍCH A BEZPEČNOSTNÍCH VELIČIN NA VODNÍM DÍLE

DESIGN OF MONITORING SYSTEM FOR WATERWORKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JANA PYTLÍKOVÁ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

ING. PETR FIEDLER

BRNO 2008

Zadání úlohy:

Navrhnete systém měření provozních a bezpečnostních veličin na vodním díle. V práci proveďte rešerši zaměřenou na:

1. Důvody měření
2. Měřené veličiny
3. Související normy z oblasti funkční bezpečnosti
4. Používané způsoby měření, sběru a ukládání dat

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma " Návrh systému měření provozních a bezpečnostních veličin na vodním díle" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

Obsah

1	Úvod:	4
1.1	Vodní dílo – přehrada	4
1.2	Typy přehrad	4
1.3	Nejvýznamnější přehrady na světě	5
1.4	Nejvýznamnější přehrady v Česku	5
2	Vodní dílo Hracholusky	6
3	Důvody měření	9
4	Měření a počítané veličiny	11
5	Používané způsoby měření, sběru a ukládání dat	16
5.1	Horní hladina	16
5.2	Výška hladiny na odtoku z VD	16
5.3	Teplota vzduchu	17
5.4	Teplota vody v nádrži	17
5.5	Teplota odtoku pod hrází	17
5.6	Srážky	17
5.7	Návodní tabule spodních výpustí, levá, pravá	18
5.8	Rozstřikovací uzávěry (RU, levý, pravý)	18
5.9	Klapka přelivu, otevření	18
5.10	Průsak levý	19
5.11	Tlaky ve vrtech	19
5.12	Průsak pravý	19
6	Související legislativní požadavky	20
6.1	Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí pro stanovení účinků zvláštních povodní a jejich začlenění do povodňových plánů	20
6.1.1	Vymezení hlavních pojmů	20
6.1.2	Související právní předpisy a normativní odkazy	23
6.1.3	Platnost metodického pokynu	23
6.1.4	Všeobecně k zvláštním povodním	24
6.1.5	Kvantifikace zvláštní povodně typu 1	27
6.1.6	Kvantifikace zvláštní povodně typu 2	29
6.1.7	Kvantifikace zvláštní povodně typu 3	30
6.1.8	Všeobecně ke SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní	30
6.1.9	Stanovení směrodatných limitů pro SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní u VD I. až III. kategorie	31
6.1.10	Stanovení směrodatných limitů pro SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní u VD IV. kategorie	34
6.1.11	Stanovení rozsahu území ohroženého zvláštní povodní	35
7	Způsob sběru dat	38
8	Způsoby ukládání a archivace dat	38
9	Obecné schéma řídicího systému	40
10	Návrh řídicího systému	44
10.1	Přehledové schéma monitorovacího systému VD Hracholusky	44
10.2	Programovatelný automat – PLC	45
10.2.1	CPU – centrální procesorová jednotka	45

10.2.2	Distribuované vstupy a výstupy.....	46
10.3	Zobrazovací panely	52
10.3.1	Panel ve Sdruženém objektu.....	53
10.3.2	Panel v objektu Klapky přelivu	54
11	Operátorský počítač OPC.....	54
12	Prvky komunikace.....	55
12.1	Metalické vedení	55
12.2	Optické vedené	56
12.3	Bezdrátová komunikace	56
13	Zhodnocení	56

1 Úvod:

V úvodu bakalářské práce bych ráda seznámila s podstatou přehrady, rozdělením podle způsobu provedení a nejznámějšími přehradami. Dále uvedu důvody, pro které je nutno provádět pravidelná měření provozních a bezpečnostních veličin a představím vodní dílo, které jsem si vybrala jako objekt k měření provozních a bezpečnostních veličin. V druhé části pak navrhu a podrobně popíši řídicí systém měření.

1.1 Vodní dílo – přehrada

Přehrada je stavba (hráz) přehrazující vodní tok (řeku či potok) a zadržující vodu. Tím se vytváří vodní nádrž (přehradní jezero, také nazývané jen přehrada), které slouží k zásobování vodou, výrobě elektrické energie, ochraně před povodněmi, vyrovnávání průtoků, okrajově k rekreaci, vodním sportům, rybolovu aj. Přehradní nádrž má podle důvodu vybudování, především účely vodárenské, energetické a retenční.

1.2 Typy přehrad

Zemní:

- a) sypané
- b) naplavované
- c) balvanité

Betonové, železobetonové a zděné:

- a) gravitační
- b) gravitační lehčené
- c) pilířové

d) členěné

e) klenbové

- se stálým poloměrem

- se stálým středovým úhlem

1.3 Nejvýznamnější přehrady na světě

Nejvyšší přehrada ve světě je Rogun (335 m) na řece Vachš v [1]
Tádžikistánu. Největší nádrž co do objemu zadržované vody, Kariba na řece
Zambezi, 180,6 km³. Někdy se jako největší nádrž udává Viktoriino jezero s
objemem 2 760 km³, ale v tomto případě jde o kombinaci jezera a přehradní
nádrže. Podobně je tomu u plochy nádrže, kdy největší plochu má nádrž na
řece Volta v Ghaně (8 482 km²), ale Viktoriino jezero má plochu 68 870 km².
Největší instalovaný výkon má elektrárna na přehradě Tři soutěsky v Číně -
18 200 MW.

1.4 Nejvýznamnější přehrady v Česku

Nejvyšší přehrada v České republice jsou Dalešice s výškou hráze 100 m. [1]
Dalešice jsou zároveň druhou nejvyšší sypanou hrází v Evropě, avšak
nejdelší sypanou hráz ve střední Evropě mají Nechanice (délka koruny hráze
3280 metrů). Vodní dílo Orlík má u nás nejvyšší (91 m) betonovou hráz.
Orlík má z českých nádrží největší objem zadržované vody 703,8 mil. m³.
Plochou vodní hladiny (48,7 km²) jej však překonává nádrž přehrady Lipno I.
Z hlediska energetiky je česká „nej“ na přečerpávací vodní elektrárně Dlouhé
Stráně: největší instalovaný výkon 2x325 MW, největší spád 510,7 m a
největší reverzní Francisovy turbíny v Evropě (325 MW). Viz také Seznam
českých přehrad.

2 Vodní dílo Hracholusky

Abych svůj projekt konkretizovala, vybrala jsem si jako objekt sypanou hráz
 - vodní dílo Hracholusky, typický příklad sypané hráze.

Obrázek 1: VD Hracholusky



Přehrada **Hracholusky** byla vybudována v letech 1959 - 1964 v říčním km[2]
 22,673 na řece Mži, která má svůj pramen v Českém lese a tvoří jednu ze
 zdrojnic řeky Berounky. Původně byl na Mži jen cca 10 km nad stávajícím
 přehradním profilem poměrně vysoký jez, ale ten nebyl schopen zajistit
 koncem padesátých let narůstající odběry na dolním toku Mže. Proto vydal v
 r. 1959 Krajský národní výbor rozhodnutí o stavbě hráze. Projektoval ji
 Hydroprojekt a stavba byla uvedena do trvalého provozu v r. 1964.
 Hlavním účelem tohoto vodního díla je akumulovat vody pro průmyslové,
 energetické a zemědělské využití v západočeském regionu. Dále slouží k

částečné ochraně území před účinky velkých vod. Blízkost města Plzně i hranice se SRN zvyšují využívání vodního díla také k rekreaci. Na nádrži o délce vzdutí 22 km je vyhlášen rekreační řád zvláště pro soustředěnou rekreaci v oblastech Butov, Hracholusky a Radost.

Stavbou vodního díla bylo zatopeno několik vesnic (Těchoděly, Dolany), mlýnů, jezů, mostů. Chaty byly vykoupeny nebo přemístěny nad budoucí zátopu. Údolí je poměrně úzké, břehy většinou strmé, často skalnaté, délka vzdutí 22,5 km.

Hráz je sypaná zemní přímá s šikmým jílohlinitým těsněním v návodní části, délka koruny 270 m, šířka koruny 5 m, výška nade dnem 27 m, kóta koruny hráze je 359,00 m.n.m. Ve středu tělesa hráze je těsnění z jílovité zeminy, vzdušný líc je zatravněný, návodní líc je před účinky vody a vln chráněn šestibokými betonovými tvárnicemi.

Hracholusky se navrhovaly a stavěly v době, kdy ještě nebylo dost zkušeností se šachtovými přelivy, byly proto navrženy dva přelivy. Jeden je korunový boční s dlouhým železobetonovým skluzem a vývarem, druhý je šachtový betonový. Koruna šachtového přelivu je o 50 cm výš než bočního. V horní rozšiřující se části šachtového přelivu je 6 betonových křídel, která usměrňují přepad vody tak, že je přitlačována k vnitřní straně dříku šachtového přelivu.

V pravé části hráze je 1 m vysokou klapkou hrazený korunový přeliv se skluzem o délce 130 m a šířce ve dně 6 m, zakončený vývarem. U levého břehu je vybudován sdružený objekt, ve kterém jsou spodní výpusti, malá vodní elektrárna a samostatný šachtový přeliv o průměru 13,5 m. Výpustné zařízení je tvořeno dvěma uzávěry, které jsou umístěny ve spodní stavbě sdruženého objektu. Voda od uzávěrů a šachtového přelivu je odváděna jednou společnou odpadní štolou do vývaru v podhrází.

Spodní výpusti jsou dvě, obě o průměru 1400 mm, hrazené rozstřikovacími uzávěry. Elektrárna je vertikální Kaplanova turbina, max. výkon 2,9 MW.

Koryto pod hrází je v délce 100 m opevněno železobetonovými monolitickými deskami a kamennou dlažbou.

Nad Plzní v Radčicích je na levém břehu úprava vody, která dodává

vyčištěnou užitkovou vodu pro a. s. Škoda.

Zatopená plocha je 410,4 ha, délka vzdutí : 22 km

3 Důvody měření

Proč měřit? Nutné pro předcházení katastrofám

(Informace v následujícím odstavci vychází z dokumentu [3])

>>Dne 18. září 1916 se protrhla přehrada na Bílé Desné a následná povodeň zcela zpusťovala krajinu. Přehrada na Bílé Desné byla postavena v letech 1911 – 15 a při kolaudaci v listopadu 1915 nikdo netušil, že přežije pouhý rok. Přitom už v červenci 1915 zadržela nedostavěná přehrada vodu z přívalových dešťů. Události se v září 1916 vyvíjely velmi dramaticky. Ten den kolem půl čtvrté odpoledne zpozorovali dřevaři pramínek vody tryskající z hráze. Hrázný okamžitě telefonicky uvědomil kancelář správce v Dolním Polubném. Poté upozornil telefonicky Desnou na zvýšený průtok vody a pokusil se s dělníky otevřít provozní uzávěry. To už nestihl, protože kolem čtvrté hodiny tryskala voda z hráze takovou silou, že hrozilo nebezpečí uvěznění dělníků v šoupátkové komoře. Ve čtvrt na pět se propadla dlažba na návodní straně hráze. Katastrofa začala a průrva se bleskurychle zvětšovala. Během půl hodiny zela v hrázi 40 m dlouhá průrva a do údolí Bílé Desné se valilo 250 milionů m³ vody. Ohroženým přišlo naštěstí ještě jedno varování: „Alarmujte hasiče a vyhlase poplach! Hráz se protrhla! Nastala apokalypsa, kterou většina svědků popisuje jako vlnu nebo horu kmenů a vody, podle místa vysokou někde jako dům, jinde 20, ale i 30 a 40 m. Zahynulo 62 lidí, bylo zničeno 29 obytných domů, 11 brusíren skla a 62 dalších staveb bylo vážně poškozeno. Číslo ale nevyjadřují hrozivou spoušť, kterou po sobě voda zanechala. Mnoho lidí překvapila voda na cestě z práce a bez možnosti pomoci nebo se jen dozvědět o osudu nejbližších. Po katastrofě přijelo postiženým pomáhat vojsko a začaly se odklízet trosky a vyprošťovat oběti.“ <<

V roce 2002 při povodních se ukázal, že vodní díla, vystavěná na vodních[4] tocích, splnila svůj účel. Poskytla především čas tak potřebný k minimalizaci škod - a to bylo v daný okamžik to nejdůležitější a jediné, co mohla z tohoto hlediska udělat. Retenční účinek především nádrží byl pro průchod povodňové vlny velice významný. Krom toho také zachytily obrovské množství spláví (ať už anorganického původu nebo i uhynulých ryb a zvířat), které mohlo ještě zvýšit destrukční účinek povodně nebo způsobit následné ekologické a hygienické problémy.

Je zřejmé, že vodní díla jsou pro bezpečnost nejen v záplavových oblastech velmi účelná a k jejich bezpečnému provozu a kvalitní informovanosti o jejich stavu nemalou měrou přispívá i jejich monitorování. Centrální vodohospodářský dispečink shledává nejdůležitějším bodem prevence povodňových stavů a jiných přírodních katastrof pravidelným sběrem údajů týkajících se vodohospodářských děl, jejich vyhodnocováním a archivací. Z těchto údajů lze celkem včas vysledovat hrozící nebezpečí a provést potřebné kroky k zamezení nebo alespoň snížení následků katastrofy. Jednotlivé veličiny, týkající se stability a pevnosti hrází, resp. konkrétně vybrané hráze, budou zmíněny a popsány níže.

4 Měření a počítané veličiny

Údaje potřebné k bezpečnému provozu vodního díla se podle způsobu získání dělí na měřené a počítané. Následně je uveden seznam veličin, které je nutno měřit na vodním díle Hracholusky, se stručnou charakteristikou hlavně způsobu výpočtu počítaných veličin.

Vysvětlivky: CVD.....centrální vodohospodářský dispečink

VD.....vodní dílo

MVE.....malá vodní elektrárna

Č. Název	jednotka	Kategorie

1 Výška hladiny v nádrži	mm	měřená
2 Objem vody v nádrži	ml.m ³	počítaná
Počítá se z hladiny v nádrži (1) podle charakteristiky nádrže uvedené v manipulačním řádu.		
3 Zatopená plocha	ha	počítaná
Počítá se z hladiny v nádrži (1) podle charakteristiky nádrže uvedené v manipulačním řádu.		
4 Dolní hladina (limnigraf)	cm	měřená
5 Odtok z VD - limnigraf	m ³ /s	počítaná
Počítá se z hladiny na limnigrafu (4) podle konsumpční křivky.		
6 Výška hladiny – přítok Stříbro	m	přenos z CVD
7 Přítok do VD – limnigraf Stříbro	m ³ /s	přenos z CVD
8 Výška hladiny – přítok Trpisty	m	přenos z CVD
9 Přítok do VD – limnigraf Trpisty	m ³ /s	přenos z CVD

10	Teplota vzduchu	°C	měřená
11	Teplota vody v nádrži	°C	měřená
12	Teplota odtoku pod hrází	°C	měřená
13	Denní srážkový úhrn	mm	měřená
14	Srážkový úhrn za 1 hod	mm	měřená
15	Srážkový úhrn za 10 minut	mm	měřená
16	Výška sněhu	cm	ručně
17	Tloušťka ledu	cm	ručně
18	Teplota vzduchu maximální za 24h	°C	počítaná

Je to nejvyšší teplota dosažená v období od 7:00 hod do 7:00 hod
následujícího dne

19	Teplota vzduchu minimální za 24h	°C	počítaná
----	----------------------------------	----	----------

Je to nejnižší teplota dosažená v období od 7:00 hod do 7:00 hod
následujícího dne

20	Vodní hodnota sněhu	mm	ručně
21	Průhlednost	m	ručně
22	Návodní tabule levé spodní výpusti 1-zavřeno, 2-mezipoloha, 3-otevřeno	1-3	měřená
23	Návodní tabule pravé spodní výpusti 1-zavřeno, 2-mezipoloha, 3-otevřeno	1-3	měřená
24	Rozstřikovací uzávěr otevření levý	%	měřená
25	Rozstřikovací uzávěr otevření pravý	%	měřená
26	Klapka přelivu, otevření	%	měřená
27	Kóta koruny klapky	mm	počítaná

Počítá se z otevření klapky [%] podle závislosti kóty koruny klapky na
% vztyčení klapky, uvedené v manipulačním řádu.

28	Průtok spodní výpustí levá	m ³ /s	počítaná
----	----------------------------	-------------------	----------

Počítá se z hladiny v nádrži (1) a otevření rozstřikovacího uzávěru (24) vztahem:

$$Q[\text{m}^3/\text{s}] = 5.5435 * (H[\text{mm}] - 327.60)^{0.5} * (\text{Otevření}[\%] / 100)$$

Pokud je návodní tabule (22) zavřena, je $Q=0$.

29 Průtok spodní výpustí pravá m3/s počítaná

Počítá se z hladiny v nádrži (1) a otevření rozstřikovacího uzávěru (25) vztahem:

$$Q[\text{m}^3/\text{s}] = 5.5435 * (H[\text{mm}] - 327.60)^{0.5} * (\text{Otevření}[\%] / 100)$$

Pokud je návodní tabule (23) zavřena, je $Q=0$.

30 Průtok spodními výpustmi celkem m3/s počítaná

Je to součet průtoku levou (28) a pravou (29) výpustí.

31 Průtok klapkou m3/s počítaná

Počítá se z hladiny v nádrži (1) a kóty koruny klapky (27) vztahem:

$$Q[\text{m}^3/\text{s}] = (0.9568 * H_k - 315.384) * (H - H_k)^{1.5}$$

32 Průtok šachtovým přelivem m3/s počítaná

Počítá se z hladiny v nádrži (1) vztahem:

$$Q[\text{m}^3/\text{s}] = 79.0107 * (H - 355.20)^{1.533}$$

33 Průtok MVE m3/s komunikace s MVE

34 Odtok pod hráz m3/s počítaná

Je to součet (31), (32), (33), (34).

35 Průměrný odtok z nádrže za 24 hodin m3/s počítaná

Je to průměrná hodnota odtoku z nádrže na limnigrafu (5) za posledních 24 hodin. Vypočítává se ze vzorků měřených každých 15 minut, tedy průměr z 96 hodnot. Používá se pro výpočet přítoku z bilance.

36 Přítok do nádrže z bilance m3/s počítaná

Je vypočten rozdíl objemu v nádrži (2) v okamžiku měření a objemu v nádrži před 24 hodinami. Přítok do nádrže udává tento rozdíl dělený

0.0864 a zvětšený o průměrnou hodnotu odtoku z nádrže za 24 hodin (35).

(Objem je zadán v mil. m³ a 24 hodin je 86400 s).

37	Počet sepnutí 2 ks ČPV v hrázi za 24h	1/24h	počítaná
38	Chod bublinkování	1,3	měřená
39	Průsak levý	l/s	měřená
40	Průsak pravý	l/s	počítaná

Počítá se změny hladiny v jímce měření průsaku (42) za čas.

41	Průsak celkový	l/s	počítaná
----	----------------	-----	----------

Je to součet levého (39) a pravého (40) průsaku.

42	Průsak pravý - hladina v jímce	cm	měřená
----	--------------------------------	----	--------

43	Tlak ve vrtu PV T3N	kPa	ručně
44	Tlak ve vrtu PV T3V	kPa	ručně
45	Tlak ve vrtu PV TD5N	kPa	ručně
46	Tlak ve vrtu PV TD5V	kPa	ručně
47	Tlak ve vrtu PV T5N	kPa	ručně
48	Tlak ve vrtu PV T5V	kPa	ručně
49	Tlak ve vrtu PV TD8N	kPa	ručně
50	Tlak ve vrtu PV TD8V	kPa	ručně
51	Tlak ve vrtu PV TD10N	kPa	ručně
52	Tlak ve vrtu PV TD10V	kPa	ručně
53	Tlak ve vrtu PV TD12N	kPa	ručně
54	Tlak ve vrtu PV TD12V	kPa	ručně
55	Tlak ve vrtu PV TD14N	kPa	ručně
56	Tlak ve vrtu PV TD14V	kPa	ručně
57	Tlak ve vrtu PV T17N	kPa	ručně
58	Tlak ve vrtu PV T17V	kPa	ručně
59	Tlak ve vrtu PV T19N	kPa	ručně
60	Tlak ve vrtu PV T19V	kPa	ručně
61	Tlak ve vrtu PV T21N	kPa	ručně
62	Tlak ve vrtu PV T21V	kPa	ručně

63	Tlak ve vrtu PV TD22N	kPa	ručně
64	Tlak ve vrtu PV TD22V	kPa	ručně
65	Tlak ve vrtu PV T22N	kPa	ručně
66	Tlak ve vrtu PV T22V	kPa	ručně
67	Tlak ve vrtu PV T24N	kPa	ručně
68	Tlak ve vrtu PV T24V	kPa	ručně
69	Tlak ve vrtu PV T25N	kPa	ručně
70	Tlak ve vrtu PV T25V	kPa	ručně
71	Tlak ve vrtu PV T27N	kPa	ručně
72	Tlak ve vrtu PV T27V	kPa	ručně
73	Tlak ve vrtu PV T8V	kPa	měřená
74	Tlak ve vrtu PV T8N	kPa	měřená
75	Tlak ve vrtu PV T10V	kPa	měřená
76	Tlak ve vrtu PV T10N	kPa	měřená
77	Tlak ve vrtu PV T12V	kPa	měřená
78	Tlak ve vrtu PV T12N	kPa	měřená
79	Tlak ve vrtu PV T13V	kPa	měřená
80	Tlak ve vrtu PV T13N	kPa	měřená
81	Tlak ve vrtu PV T14V	kPa	měřená
82	Tlak ve vrtu PV T14N	kPa	měřená
83	Kyvadlo – náklon osy po toku	mm	ručně
84	Kyvadlo – náklon osy kolmo na tok	mm	ručně

5 Používané způsoby měření, sběru a ukládání dat

Následující text vysvětluje některé metody měření a výpočtu požadovaných veličin. Vycházím ze znalosti vodního díla a z konzultace s pracovníky vodohospodářského podniku. Dále pak z požadavků Povodí Vltavy, s.p., pod který zvolené vodní dílo spadá.

5.1 Horní hladina

Pro měření horní hladiny bude osazen tlakový snímač. Vhodné místo pro osazení snímače je třeba vybrat tak, aby v daném místě byla hladina co nejklidnější a měly na ni co nejmenší vliv povětrnostní podmínky. Vhodné je použít snímač s automatickým vyrovnáváním vlivu atmosferického tlaku. Rozsah snímače je dán zjištěnou maximální odchylkou vodního sloupce v průběhu roku. Snímač bude upraven tak, aby mohl být při poklesu hladiny větším, než bude jeho rozsah, spuštěn (dostatečná délka kabelu) a přecejchován podle vodočetné latě.

5.2 Výška hladiny na odtoku z VD

Výška hladiny na odtoku z VD bude měřena tlakovým snímačem s automatickým vyrovnáváním vlivu atmosferického tlaku s potřebným rozsahem vodního sloupce při dodržení přesnosti při nižších hladinách a s možností měření teploty. Do potrubí bude vložena demontovatelná tlumicí clona, která zabrání prudkému pohybu hladiny.

5.3 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu bude měřena teploměrem s unifikovaným výstupním signálem, který bude umístěn na provozní budově. Teploměr bude v takovém provedení, aby nebyl ovlivňován přímým slunečním svitem. Umístění teploměru je nutno prozkoumat na místě, ideální je umístění na severní straně mimo dosah slunečních paprsků.

5.4 Teplota vody v nádrži

Teplota vody bude měřena pomocí teploměru v ponorném provedení a bude se měřit 0,5m pod hladinou pro získání optimálních hodnot neovlivněných teplotou vzduchu. Teploměr bude připevněn na plovákový systém. Přesnost 0,1°C bude pro účely měření dostačující.

5.5 Teplota odtoku pod hrází

Teploměr bude umístěn v potrubí, ve kterém se měří výška hladiny na odtoku.

5.6 Srážky

- a) Denní srážkový úhrn
- b) Srážkový úhrn za 1 hod
- c) Srážkový úhrn za 10 min

Pro měření srážek bude na VD osazen srážkoměr vysílající impulsy odpovídající množství proteklé vody za určený čas. Impulsy od proteklého

množství budou zavedeny do binárního vstupu modulu monitorovacího systému a zpracovány na potřebné údaje.

5.7 Návodní tabule spodních výpustí, levá, pravá

Krajní polohy návodních tabulí spodních výpustí jsou odvozeny od polohy koncových spínačů.

5.8 Rozstříkovací uzávěry (RU, levý, pravý)

Otevření rozstříkovacích uzávěrů spodní výpusti bude odečítáno z ukazatele zabudovaného do pohonu uzávěrů. 100% bude odpovídat maximálnímu otevření a 0 % uzavřenému uzávěru. Závislost mezi údajem v pohonu a procenty otevření bude uvažovaná jako lineární. Signál bude připojen do krabice umístěné u ovládací skříňky. Výstupní signál převodníku bude zapojen do modulu systému sběru dat.

5.9 Klapka přelivu, otevření

Bude se měřit se úhel otáčení osy ukazatele úhlovým snímačem s rozsahem 0-4095 dílků (0-360°). Otevření v procentech se počítá vztahem

$$\text{Otevření [\%]} = (US - US_{\text{zav}}) * 100 / (US_{\text{ot}} - US_{\text{zav}})$$

kde US je aktuální hodnota ze snímače úhlu (0-4095), US_{zav} je údaj snímače ve vztyčené poloze, US_{ot} je údaj snímače ve sklopené poloze.

5.10 Průsak levý

Pro měření průsaků v levé štolě bude instalován nový měrný „V“ přeliv. Přeliv bude nainstalován do stavebně upraveného svodu průsaků na střed štol. Pro ustálení hladiny bude vytvořen vhodný systém přepážek. Průtok bude měřen v hodnotách řádově 0,02 l/s. Hladina před přepadem bude měřena ultrazvukovou sondou. Krytí sondy musí být IP68, pro případné zatopení štol. Sonda bude připojena do vyhodnocovací jednotky průtoku.

5.11 Tlaky ve vrtech

Budou použita tenzometrická čidla s proudovým výstupem 4-20 mA, která budou připojena do příslušného uzlu sběru dat.

5.12 Průsak pravý

Pravý průsak se počítá ze změny hladiny v jímce za čas. Po startu programu měření začíná při zjištěné stoupající tendenci hladiny (pokud je alespoň po dobu 10 s aktuální hladina v jímce větší alespoň o 1 mm než nejnižší hladina před startem měření). V tomto okamžiku se zapamatuje počáteční hladina a začne se měřit čas. Měření je vyhodnoceno buď po uplynutí 15 minut, nebo při změně hladiny o 10 cm (podle toho, co nastane dříve). Tehdy je vypočítána hodnota průsaku a zapamatován čas výpočtu. Poté následuje nové měření.

Pokud dojde během měření ke zjištění klesající tendence hladiny (aktuální hodnota je po dobu alespoň 5 sekund menší alespoň o 3 mm než nejvyšší hladina během měření), je měření ukončeno bez výpočtu a čeká se na nový začátek měření.

Při výpočtu průsaku se bude vycházet z naměřené hodnoty, že 1 cm hladiny = $xx \text{ m}^3$, kterou bude nutné pro realizaci změřit.

6 Související legislativní požadavky

(Informace týkající se kapitoly 6 vycházejí z článku [5])

6.1 Metodický pokyn odboru ochrany vod Ministerstva životního prostředí pro stanovení účinků zvláštních povodní a jejich začlenění do povodňových plánů

Účelem tohoto pokynu je upřesnění postupu kvantifikace zvláštních povodní a způsobů stanovení směrodatných limitů pro hodnocení míry vyplývajícího nebezpečí pro vodohospodářská díla, na nichž může dojít ke vzniku zvláštních povodní a určení účinků zvláštních povodní v přilehlém území pod těmito díly.

Využití pokynu se předpokládá především při uvádění stávajících povodňových plánů do souladu s Nařízením vlády č. 100/1999 Sb., o ochraně před povodněmi a dále při zpracování nových povodňových plánů územních celků nebo vybraných objektů, potenciálně ohrožených zvláštními povodněmi příslušných vodohospodářských děl.

Vydání pokynu vytváří předpoklady pro sjednocení přístupu a řešení problematiky zvláštních povodní v okruhu vlastníků vodohospodářských děl, správců vodních toků, zpracovatelů povodňových plánů a příslušných státních orgánů (příslušné povodňové a vodohospodářské orgány).

6.1.1 Vymezení hlavních pojmů

Průtoková vlna – přechodné zvětšení a následující pokles průtoků a vodních stavů, které se graficky znázorňuje v podobě hydrogramu.

Kontrolní povodňová vlna (KPV) – povodňová vlna se zvolenou dobou

opakování N let, určená kulminací, objemem a hydrogramem jako podklad pro návrh a ověření bezpečnosti vodohospodářských děl (dále “VD”) za povodní.

Porucha – jev, ovlivňující negativně funkci objektu v rozsahu od snížení až po ukončení jeho provozuschopnosti.

Havárie – náhlá a úplná porucha, která neumožňuje další provoz díla; vesměs žádný z jeho účelů nelze dále zajišťovat.

Povodňový plán – je souhrn organizačních a technických opatření, potřebných k odvrácení nebo zmírnění škod při povodních na životech, na majetku občanů a společnosti a na životním prostředí.

Povodeň – přechodné zvýšení hladiny vodního toku nebo jiných povrchových vod, při kterém hrozí vylití vody z koryta a následné způsobení škod.

Rozlišuje se povodeň přirozená (způsobená přírodními jevy) a povodeň zvláštní (způsobená umělými vlivy).

Zvláštní povodeň – průtoková vlna způsobená umělými vlivy. Rozeznávají se tři základní typy podle charakteru situace, která může nastat při stavbě nebo provozu VD:

- 1. narušením vzdouvacího tělesa (hráze) VD,**
- 2. poruchou hradící konstrukce bezpečnostních a výpustných zařízení VD (při neřízeném odtoku vody z nádrže),**
- 3. nouzovým řešením kritických situací z hlediska bezpečnosti VD (mimořádné vypouštění vody z nádrže).**

Pro potřeby tohoto metodického pokynu se pro označení a odkazy na výše uvedené tři typy zvláštních povodní (1., 2. a 3.) používá zkrácené označení ZPV– typ1, ZPV– typ2, ZPV– typ3.

Stupně povodňové aktivity (SPA) – vyjadřují vývoj a míru povodňového nebezpečí. Způsobuje-li toto nebezpečí zvláštní povodeň, pak se SPA vážou na směrodatné limity, případně mezní nebo kritické hodnoty jevu souvisejícího se vznikem zvláštní povodně.

Bdělost - I. SPA na VD nastává při nepříznivém vývoji bezpečnosti VD, odvozeném podle hodnocení sledovaných jevů a skutečností v rámci výkonu TBD, nebo při zjištění mimořádných okolností, jež by mohly vést k vzniku zvláštní povodně. Nebezpečí vzniku ZPV typu 3 souvisí s provozní situací, při které může dojít k mimořádnému vypouštění nebo k neřízenému odtoku, při kterém je dosažen stav I. SPA na vybraném vodočtu.

Pohotovost – II. SPA se vyhláší při pokračujícím nepříznivém vývoji bezpečnosti VD, nebo při mimořádném vypouštění vody nebo neřízeném odtoku z VD, které vyvolávají průtokovou vlnu, při které je dosažen stav II. SPA na vybraném vodočtu. Bezpečnost díla se odvozuje podle stavu a vývoje sledovaných jevů a skutečností v rámci výkonu TBD při hodnocení překročení mezních hodnot vybraných veličin.

Ohrožení – III. SPA nastává při vzniku kritické situace na VD podle vyhodnocení TBD při dosažení kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností, pokud hrozí havárie díla doprovázená nebezpečím vzniku ZVP typu 1 nebo za mimořádného vypouštění vody při použití nouzových opatření s vyvoláním průtokové vlny, při kterém je dosažen stav III. SPA na vybraném vodočtu.

Technickobezpečnostní dohled (TBD) – je odborná činnost ke zjištění technického stavu díla z hlediska jeho bezpečnosti, stability, možných příčin poruch a k návrhu opatření k nápravě. Provádí se zejména pozorováním díla, měřením jeho deformací se zpracováním a hodnocením výsledků ve vztahu k předem určeným mezním¹ nebo kritickým² hodnotám, předpokladům projektu a poznatkům z výstavby a dosavadního provozu.

Program technickobezpečnostního dohledu (PTBD) – samostatný dokument TBD podle § 19 a § 26 Vyhl. 62/75 Sb., který obsahuje popis pozorování a měření a pokyny pro hodnocení stavu a vývoje bezpečnosti a stability VD.

Území ohrožené zvláštní povodní – území, jehož hranice určuje kulminační hladina při zvláštní povodni typu 1, 2 nebo 3 (ZPV– typ1, 2, 3). Ve směru po toku končí v profilu, kde kulminační průtok zvláštní povodně poklesne na hodnotu stoletého kulminačního průtoku přirozené povodně (Q100).

Záplavové území – administrativně určené území, které vymezuje záplavová čára, odpovídající hladině při návrhové povodni.

6.1.2 Související právní předpisy a normativní odkazy

Zákon č. 138/1973 Sb., o vodách (vodní zákon), ve znění zákona ČNR č. 425/1990 Sb., zákona č. 114/1995 Sb., zákona č. 14/1998 Sb., a zákona č. 58/1998 Sb.

Vyhláška č. 62/75 Sb., o technicko-bezpečnostním dohledu a dozoru

Nařízení vlády č. 100/1999 Sb., o ochraně před povodněmi

TNV 75 2931 Povodňové plány (1997)

MP OOV MŽP k posuzování bezpečnosti přehrad za povodní (Věstník MŽP, 04/99)

6.1.3 Platnost metodického pokynu

3.1 Použití pokynu je vázáno na vodohospodářská díla, na kterých nelze vyloučit vznik alespoň jednoho typu zvláštní povodně a který může vyvolat nebezpečí vzniku škod v důsledku vylití vody z koryta a zaplavování území.

3.2 Obecně platí pro všechna vodohospodářská díla I. až III. kategorie3 včetně ochranných hrází a odkališť. Specifikem ochranných hrází je, že jsou liniovou stavbou, která ochrannou funkci zastává jen občas a jen v určitém rozmezí kulminací povodňové situace. U odkališť navíc nelze vyloučit nebezpečí zvláštní povodně se směsí kalu a vody, případně kontaminací okolí škodlivými látkami.

3.3 U děl IV. kategorie a malých vodních nádrží (MVN) se zvláštní povodně vyčíslují a jejich účinky stanovují v případě, že zvláštní povodeň v důsledku

narušení hráze může ohrozit území pod dílem. Posouzení účinku zvláštní povodně se stanoví odborným posouzením nebo expertním odhadem.

3.4 Zvláštní povodně není třeba kvantifikovat u malých vodních nádrží, které splňují podmínky:

výška hráze je nižší než 4 m a současně celkový objem nádrže nedosahuje 50 tis. m³ a navíc při případném narušení hráze nemůže v přilehlém území pod dílem dojít k význačnějším škodám,

bez ohledu na velikost akumulovaného objemu nádrže, pokud výška hráze není vyšší než 1,5 m.

3.5 Pokyn platí pro jednotlivá, izolovaná vodohospodářská díla I. až IV. kategorie. Je-li třeba zohlednit vliv VD, ležícího v horní části povodí nad vyšetřovaným profilem, případně ovlivnění objektů v rámci vodohospodářské soustavy, postupuje se individuálně podle konkrétních podmínek. V případě kaskády VD se stanovení zvláštních povodní pro jednotlivá izolovaná díla doplní vyhodnocením účinku zvláštní povodně, odvozené z postupného narušení děl ve směru toku vody.

3.6 U ochranných hrází se zpravidla určují zvláštní povodně, které přísluší zvoleným typickým úsekům ohrázaného toku podle jeho významných přítoků, podle charakteru potenciálně zaplaveného území a podle umístění funkčních objektů a plánovaných míst násilného odlehčení části povodňového průtoku.

6.1.4 Všeobecně k zvláštním povodním

4.1 Vznik zvláštní povodně bezprostředně souvisí s bezpečností VD. Proto při určování parametrů zvláštní povodně a směrodatných limitů SPA je nezbytná spolupráce s určeným pracovníkem, který na konkrétním díle TBD vykonává.

4.2 U provozovaných VD má povinnost stanovení zvláštních povodní vlastník (provozovatel) VD. U vodohospodářských děl I. a II. kategorie tak činí prostřednictvím, případně v součinnosti s odbornou organizací pověřenou výkonem TBD. U III. a IV. kategorie zpravidla pomocí odborného subjektu s oprávněním k projektování v oboru vodohospodářských staveb.

4.3 U navrhovaných nebo rekonstruovaných děl tato povinnost přísluší investorovi. Zvláštní povodně u VD I. Až III. kategorie se kvantifikují při popisu a rozboru rizik spojených s budoucí existencí díla v rámci vyjádření o rozsahu dohledu, zpracovaného odbornou organizací pověřenou výkonem TBD. U navrhovaných nebo rekonstruovaných MVN se zvláštní povodně stanoví na základě podkladů, zpracovaných při kategorizaci VD4 .

4.4 Zvláštní povodeň se pro potřeby tohoto pokynu charakterizuje hydrogramem umělé průtokové vlny s parametry: průtok na začátku vlny ($Q_{poč}$), kulminační průtok (Q_{ZPV}), doba vzestupu (t_{vz}), celková doba trvání (t_{ZPV}) a objem průtokové vlny (W_{ZPV}) - viz. schéma v příloze č. 1.

4.5 Doba trvání zvláštní povodně se uvádí v hodinách a vymezuje se jako časová odlehlost průtoku na začátku vlny a zvolenému limitu průtoku na poklesové větvi. Za tento limit se pro ZPV– typ1 zpravidla volí hodnota kulminačního průtoku Q_{100} přirozené povodně nebo neškodný průtok ($Q_{NEŠ}$) pro ZPV– typ2 a typ3. Není-li neškodný průtok stanoven, použije se průtok, při kterém je dosažen stav odpovídající druhému stupni povodňové aktivity na vybraném vodočtu při přirozené povodni.

4.6 Pro stanovení zvláštních povodní se jako základní podklady použijí:
platná provozní dokumentace VD (MŘ, PTBD, normace rybníků apod.),
výsledky výkonu TBD (hodnotící zprávy TBD, posouzení technického stavu VD),
posudky bezpečnosti díla za povodní, případně související podklady a hydraulické výpočty,
poznatky a zkušenosti z provozu VD,

hydrologické podklady.

4.7 Jako doplňující podklad slouží projektová dokumentace VD. Navíc se s výhodou využijí již dříve zpracované studie a analýzy poruch VD, stanovení průlomových vln apod.

4.8 Předpoklady při stanovení parametrů zvláštních povodní:

a) Časový průběh přítoku se u samostatně hodnoceného VD nezavádí, pokud se na vzniku zvláštní povodně významně nepodílí.

b) Počáteční kóta hladiny v nádrži se uvažuje:

Pro havárii při přeplnění nádrže za povodně na úrovni zvýšené hladiny, vyvolávající přelévání koruny hráze po dobu nutnou k ohrožení její stability. U významných VD se doporučuje zvýšenou hladinu v nádrži stanovit řešením transformace teoretické povodňové vlny nádrží, jejíž parametry se převezmou nebo odvodí z hydrologických údajů (KPV) pro posouzení bezpečnosti díla za povodní⁵.

Při poruše za standardní provozní situace pro VD I. až III. kategorie v úrovni stanovené maximální provozní hladiny. U děl IV. kategorie v úrovni kóty minimální úrovně koruny hráze. Pokud není reálné v daných podmínkách uvedené kóty naplnění dosáhnout (např. vzhledem k vysoké kapacitě bezpečnostního přelivu vzhledem ke kulminaci povodně), je rozhodující max. hladina při kontrolní povodni (KPV).

c) Odtok z díla na začátku vývoje poruchy se uvažuje s ohledem na počáteční naplnění nádrže a vyšetřovaný typ zvláštní povodně podle platných ustanovení MŘ. Je-li příčinou havárie přelití hráze za povodně, stanoví se podle souhrnné měrné křivky a příslušné hladiny v nádrži. Kapacity zařízení pro převádění vody přes dílo, které vyžadují přítomnost obsluhy, se redukuje, případně vůbec neuvažují, není-li dosažitelnost obsluhy plně zaručena (např. u MVN, kdy obsluha není trvale přítomna a bezpečné převedení povodně je podmíněno včasným vyhrazením bezpečnostního přelivu).

4.9 Ve výpočtech tvaru hydrogramů zvláštních povodní je třeba zohlednit odtokové poměry v navazující části údolí pod hrází. Pokud může dojít k podstatnému ovlivnění dolní vodou, je třeba tento vliv zahrnout.

4.10 Dokumentace zvláštních povodně se provádí:

u navrhovaných nebo rekonstruovaných VD I. až III. kategorie ve vyjádření o rozsahu dohledu,

u provozovaných VD I. až III. kategorie v platném programu TBD,

u VD IV. kategorie v samostatném protokolu, jehož formulář je uveden v příloze č. 2.

4.11 Parametry zvláštní povodně jsou jako návrhové hodnoty podkladem pro stanovení příslušných SPA a pro vyčíslení účinků zvláštních povodní v toku pod VD. Vlastník (provozovatel) VD je poskytuje na vyzvání příslušným povodňovým orgánům.

6.1.5 Kvantifikace zvláštní povodně typu 1

5.1 Podle geologických podmínek, způsobu založení, typu a konstrukce VD a uspořádání objektů se vyberou základní možné poruchy, které mohou vést k narušení a havárii vzdouvacího tělesa díla.

5.2 Pro každou poruchu se stanoví scénář a orientační časový průběh jejího vývoje. Obecně se doporučuje vývoj kvantifikovat variantně pomocí intervalového odhadu časového rozmezí možného trvání od T_{min} do T_{max} .

5.3 Pro zvolený scénář se vygeneruje hydrogram průtokové vlny v přehradním profilu (časová závislost průtoku určená prázdněním nádrže a vývojem průtočného profilu v tělese hráze). Pro jeho sestavení se použije jeden z dále uvedených postupů:

- a) U zemních hrází významných VD pomocí matematického modelu simulace eroze tělesa hráze, založeného na fyzikálních principech se zavedením hydraulických, erozních a transportních rovnic a při zohlednění podstatných faktorů: geometrických a geotechnických charakteristik hráze a podloží.
- b) U betonových a zděných hrází, případně i u sypaných hrází řešením prázdnění nádrže výtokem vody otvorem, jehož geometrické charakteristiky se v čase vyvíjí podle předem definovaného průběhu poruchy. Podkladem pro volbu umístění, počátečních rozměrů a časového průběhu průtočného profilu v tělese hráze slouží praktické poznatky, statistická vyhodnocení skutečných případů havárií hrází a statické výpočty stability pro variantní předpoklady a možná chování hráze a jejích částí během provozu.

Tento postup lze ve zjednodušené podobě použít i u zemních hrází méně významných děl IV. kategorie (MVN). Časový vývoj průrvy se stanoví podle empirických závislostí nebo odborným odhadem. Hydrogram průtokové vlny se může schematizovat na trojúhelník nebo jej lze nahradit jen parametrem velikosti kulminace odtoku a celkovou dobou trvání prázdnění nádrže.

5.4 V případě prošetření několika variant průběhů možných poruch vzdouvacího tělesa se za směrodatnou zvláštní povodeň pokládá průtoková vlna, které přísluší největší parametry (QZPV a WZVP) 6 .

Pokud jednotlivým vybraným poruchám lze odpovědně přiřadit navzájem výrazně odlišnou pravděpodobnost výskytu, pak za výslednou se vybere zvláštní povodeň s nejvyšší hodnotou ukazatele rizika. Ten se stanoví jako součin pravděpodobnosti příslušné poruchy (p) a kulminace odtoku (QZPV), případně objemu vlny (WZPV).

5.5 U významných VD se doporučuje jako podklad pro příslušné povodňové plány zvláštní povodeň dokumentovat ve dvou variantách, jednak jako havárie při extrémním zatížení za povodně a dále jako poruchu za standardní provozní situace VD s hladinou v nádrži na úrovni plného zásobního prostoru.

6.1.6 Kvantifikace zvláštní povodně typu 2

6.1 Vyberou se jednotlivá zařízení, která lze podle MŘ použít pro vypouštění nebo převádění vody přes dílo, jako jsou:

hrazené bezpečnostní přelivy,

spodní výpusti,

vtoková a technologická zařízení VE,

nebo zařízení umožňující odběr a dopravu vody (vodárenské odběry surové vody, přivaděče apod.).

6.2 Na základě zhodnocení možných provozních nebo havarijních situací se pro každé zařízení, ze kterého může voda neřízeně vytékat, navrhne scénář časového vývoje poruchy. Poruchy různých zařízení se hodnotí samostatně a vzájemně se nekombinují. V případě hrazeného bezpečnostního přelivu o více polích se počítá jen s poruchou jednoho nejkapacitnějšího pole. Nutnou podmínkou je však samostatné zdvihadí zařízení a nespřažené ovládání hrazení každého pole.

6.3 Pro každé zařízení, případně i variantně pro každou provozní situaci se stanoví:

průtočná kapacita při max. naplnění nádrže,

celková doba prázdnění nádrže.

6.4 Max. kapacita zařízení se odvodí z příslušné měrné křivky zařízení, uvedené v přílohové části MŘ, nebo se určí hydrotechnickým výpočtem podle příslušných geometrických charakteristik.

6.5 Celková doba prázdnění se určí, pokud není uvedena v MŘ, hydrotechnickým výpočtem.

6.6 Zvláštní povodeň typu 2 je dána zařízením a provozní nebo havarijní situací, které vyvolají největší odtok.

6.1.7 Kvantifikace zvláštní povodně typu 3

7.1 Pro VD I. až III. kategorie se shromáždí jednotlivá nouzová opatření, která jsou navržena pro případ řešení mimořádných situací při ohrožení bezpečnosti díla na principu urychleného snížení hladiny, odpuštění části objemu nádrže nebo vypuštění celé nádrže. Výchozím podkladem je platný program TBD.

7.2 U VD IV. kategorie a MVN se nouzová opatření volí individuálně podle místních a morfologických podmínek každého díla. Jako příklad lze uvést:

úplné otevření výpustného zařízení za účelem vypuštění nádrže,

úplné vyhrazení všech polí hrazeného bezpečnostního přelivu,

násilné, případně i destruktivní otevření hradící konstrukce hrazeného bezpečnostního přelivu,

operativní zřízení nouzového přelivu na některém z boků hráze nebo v prostoru zavázání,

odlehčovací průpich apod.

7.3 Pro každé nouzové opatření se stanoví:

maximální možný odtok,

dobu, která nastane od zahájení realizace opatření po dosažení kulminace odtoku v hod.,

celková doba trvání vypouštění jako doplňující orientační údaj.

6.1.8 Všeobecně ke SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní

8.1 Povinnost stanovení směrodatných limitů pro třístupňové vyjádření míry povodňového nebezpečí pomocí SPA má vlastní (provozovatel) VD. U vodohospodářských děl I. a II. kategorie tak činí prostřednictvím odborné organizace pověřené výkonem TBD. U ostatních VD je zpravidla navrhuje hlavní pracovník TBD, případně jiný odborný kvalifikovaný subjekt (např. zpracovatel MŘ) s využitím zkušeností hlavního pracovníka TBD.

8.2 Pro stanovení SPA se jako podklad použije:

platná provozní dokumentace VD (MŘ, normace rybníků apod.),

kvantifikace jednotlivých typů zvláštních povodní,

platný program TBD (kromě VD IV. kategorie),

poznatky z výkonu TBD (posouzení technického stavu nebo bezpečnosti díla za povodní),

zkušenosti z provozu díla,

pro přilehlý úsek toku pod dílem stupně povodňové aktivity pro přirozené povodně.

8.3 Směrodatné limity pro SPA včetně mechanismu jejich vyhlášení a odvolávání se dokumentují:

v plném rozsahu v platném programu TBD,

zkráceně v MŘ v kapitole D. Bezpečnostní opatření a manipulace za mimořádných okolností,

u VD IV. kategorie, u kterých se výše uvedené dokumenty výslovně nevyžadují, v samostatném dokumentu – protokolu (v příloze č. 3),

8.4 Navržené SPA z titulu zvláštních povodní tvoří jeden z podkladů pro zpracovatele příslušných PP územních celků.

6.1.9 Stanovení směrodatných limitů pro SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní u VD I. až III. kategorie

9.1 První stupeň, stav bdělosti nastává na základě vyhodnocení výsledků měření a obchůzek TBD obsluhou díla podle postupu a zásad uvedených v programu TBD. Při dosažení či překročení stanovených mezních hodnot sledovaných jevů TBD se aktivují další činnosti a šetření za účelem bližšího poznání jevu a možnosti přijetí adekvátních opatření. Provádí se podle ustanovení programu TBD ve spolupráci a podle pokynů hlavních pracovníků TBD pomocí opakování měření, zvýšení četnosti měření, sledování a měření doplňujících veličin apod. Pokud pro nastalý stav obsluha nemůže vyloučit možnost vývoje a nebezpečí vzniku zvláštní povodně (chyba měření, závada měřicího zařízení, ovlivnění extrémní hodnotou jiného vlivu – srážkou, teplotou apod.), aktivuje se I. SPA jako stav bdělosti. O nebezpečí vzniku včetně prognózy možného dalšího vývoje zvláštní povodně se informují příslušné povodňové orgány.

9.2 Směrodatné limity, které slouží k rozpoznání I. SPA, jsou nedílnou součástí výkonu TBD a jsou dokumentovány v platných programech TBD. Není třeba je samostatně určovat.

9.3 Za směrodatné limity pro vyhlášení II. a III. SPA při nebezpečí zvláštních povodní se volí kvantifikované skutečnosti, podle kterých lze odvodit bezpečnost VD z hlediska:

narušení vzdouvací konstrukce díla,

havárie některého z funkčních objektů,

mimořádného vypouštění vody nebo neřízeného odtoku, které vedou k dosažení II. či III. SPA ve vybraném hlásném profilu.

9.4 Pro vyjádření nebezpečí havárie vzdouvacího tělesa VD nebo funkčního objektu z hlediska ohrožení stability, průsakového a tlakového režimu nebo povrchové eroze při přelítí hráze se jako kvantifikované skutečnosti volí:

zatížení konstrukce (vodní stav, hladina, průtok),

deformace (posun, trhliny, zátrh, sesuv),

průsakový režim (velikost a charakter průsaku, depresní křivka, úroveň hladiny),

jiný jev (sesuv do nádrže apod.).

9.5 Hodnoty směrodatných limitů pro vyhlášení II. SPA by měly charakterizovat rostoucí nebezpečí vzniku zvláštní povodně, při kterém se na díle rozhoduje o výběru a přijetí adekvátních nouzových a varovných opatření, doprovázených uvedením do stavu pohotovosti obsluhy a prostředků vyčleněných na zabezpečovací práce. O nastalé situaci a předpovědi možného vývoje se informují příslušné povodňové orgány, předpovědi možného vývoje a průběhu se průběžně upřesňují.

9.6 III. SPA tvoří vesměs kritické meze, při jejichž dosažení v důsledku bezprostředního ohrožení bezpečnosti VD a nepříznivém vývoji vzniku zvláštní povodně se provádějí zabezpečovací práce a aktivizují se příslušné povodňové orgány za účelem evakuace osob v území ohroženém zvláštní povodní. Na VD se zahájí provedení adekvátních nouzových opatření.

6.1.10 Stanovení směrodatných limitů pro SPA při nebezpečí vzniku zvláštních povodní u VD IV. kategorie

10.1 Dále uvedené zásady platí pro VD IV. kategorie a ochranné hráze, které prakticky nejsou vybaveny speciálním zařízením pro měření TBD. Dohled se provádí hodnocením jevů a skutečností, zjištěných při obchůzkách, standardně konaných 1× měsíčně.

10.2 I. SPA, stav bdělosti nastává při zpozorování neobvyklých jevů a skutečností, k jejichž objasnění se zpravidla zavádějí dočasná měření, např. při zamokření vzdušního svahu, jeho paty nebo podhrází, nebo při závažných zjištěních, např.:

zátrhy návodního svahu hráze v rozsahu od normální hladiny až po úroveň koruny hráze,

snížená kapacita bezpečnostního přelivu nebo limitující části jeho odpadu (omezujícím prvkem, vegetací, poškozením konstrukce, zanesením apod.), poškozené a nefunkční ovládací mechanismy stavidel u hrazených přelivů, svévolně zvýšená úroveň přelivné hrany bezpečnostního přelivu,

dlouhodobě udržovaná zvýšená provozní hladina na úrovni vyšší než 40 cm pod nejnižším místě koruny hráze,

ezpůsobnost výpustného zařízení k vypuštění nádrže (rybníka).

10.3 II. SPA, stav pohotovosti, se vyhláší při obsluhou zjištěných skutečnostech a překročených mezních hodnotách jevů, za které se považují zejména:

výrazná deformace povrchu hráze (koruna, vzdušný nebo návodní svah)

v podobě nového propadu, trhliny nebo sesuvu,

nový soustředěný průsak vody na hrázi nebo v oblasti vzdušné paty,

zvětšující se zamokření,

snížená kapacita bezpečnostního zařízení, případně neovladatelnost hrazení a uzávěrů při stoupající tendenci přítoků a nárůstu hladiny v nádrži nad normální úroveň.

10.4 III. SPA, stav ohrožení, se vyhláší při dosažení kritických hodnot, za které se považují:

pokračující nepříznivý vývoj deformací povrchu hráze, který zasahuje více než polovinu šířky koruny, nebo více než třetinu délky vzdušného nebo návodního svahu,

trhliny kdekoli na povrchu tělesa hráze šířka větší než 2 cm nebo s poklesem na trhlíně,

soustředěný průsakový vývěr se zakalenou vodou s viditelně vzrůstajícím trendem, příp. tlakový zakalený vývěr na rozhraní násypu hráze a konstrukce objektů,

nekontrolovaný vzestup hladiny v nádrži na úroveň vyšší než 20 cm pod nejnižším místem koruny hráze a nadále se stoupající tendencí.

10.5 Okolnosti nebezpečí vzniku zvláštních povodní pro vyhlášení II. nebo III. SPA se neprodleně oznamují příslušným povodňovým orgánům a správcům vodních toků, včetně předpovědi dalšího vývoje.

6.1.11 Stanovení rozsahu území ohroženého zvláštní povodní

11.1 Podmínkou pro vyčíslení účinku zvláštní povodně v území pod dílem je relace, že kulminace odtoku převyšuje přirozený neovlivněný kulminační průtok Q_{100} . Vyčíslením účinku se rozumí stanovení hranice ohroženého území ve směru postupu vlny při její kulminační hladině.

11.2 Hranice ohroženého území se zpravidla stanoví variantně pro jednotlivé typy zvláštních povodní (typu 1 až 3). Hranice ohroženého území od ZPV typu 2 a 3 ve směru po toku končí v profilu, kdy kulminační průtok zvláštní povodně poklesne na menší z hodnot Q_{100} nebo $Q_{NEŠK}$ příslušného území.

11.3 Při stanovení hranice se vychází z hydraulického výpočtu nebo matematického modelu, případně ze zjednodušeného výpočtu. Jako podklad se použijí:

mapový podklad v měřítku alespoň 1 : 10 000 nebo digitální model terénu, geometrické charakteristiky objektů,

případně účelové geodetické zaměření vybraných částí terénu (podélný profil, charakteristické příčné řezy, údolní profily apod.).

Obecně se doporučuje výše uvedené podklady zajistit s předstihem a společně pro následné využití jak při zpracování hranic záplavového území od přirozených povodní, tak pro určení účinků ZVP typu 1 až 3.

11.4 Doporučený postup pro stanovení hranice ohroženého území u VD I. až III. kategorie spočívá v řešení dynamické průtokové vlny se stanovením průběhu kulminační hladiny při zahrnutí transformace povodňové vlny v dotčeném území. Jedná se o modelování velmi rychle proměnného neustáleného proudění v neprizmatickém korytě. Pro výpočet lze při možném zanedbání vlivu proudění mimo hlavní proudnici obvykle použít postup výpočtu jednorozměrného neustáleného nerovnoměrného proudění. V případě nutnosti místního podrobnějšího šetření složitých proudových poměrů (několik směrů proudění, vliv nasycení vody splaveninami, vliv akumulace vody podél toku) se volí model dvourozměrný (řešení aproximací postupu dynamické vlny v přirozených korytech).

11.5 Hranice ohroženého území u VD IV. kategorie se stanoví zjednodušeným hydraulickým výpočtem řešení kinematické vlny na základě průzkumu území, účelového geodetického zaměření charakteristických příčných profilů a odečtení podélného sklonu toku a údolí z mapového podkladu. Případný vliv transformace vlny se určí samostatně.

11.6 Provedený výpočet postupu povodňové vlny je vhodné ve vybraných profilech doplnit objemovými kontrolami za účelem platnosti bilance

celkového objemu vody v čase a vzdálenosti (v důsledku použitého zjednodušení řešení, možné akumulace či ztrát infiltrací apod.).

11.7 Součástí výpočtu je rozbor přesnosti a spolehlivosti podkladů a stanovené hranice území ohroženého zvláštní povodní. Pokud může dojít k ohrožení lidských životů, doporučuje se zjednodušující předpoklady řešení volit na straně bezpečnosti výpočtu.

11.8 Dokumentace území ohroženého zvláštní povodní obsahuje:

průvodní zprávu (identifikační údaje, zpracovatel, datum zpracování, použité podklady, popis výpočtu, tabelární doložení výsledků),

situaci se zakreslenou hranicí ohroženého území,

případně obalové křivky hladin (průtoků) podél trasy koryta pod dílem,

hydrotechnické výpočty.

7 Způsob sběru dat

Pro sběr dat, které je nutné sledovat pravidelně v kratších časových intervalech, bude použit distribuovaný systém programovatelného automatu firmy Schneider electric. Centrální programovatelná jednotka CPU – PLC typu Modicon TSX Premium - bude umístěna v budově velínu vodního díla a jednotlivé distribuované jednotky – moduly Telemecanique Advantys – budou umístěny v místech, do kterých půjde co nejjednodušším způsobem soustředit data z jednotlivých měřicích bodů. Komunikace mezi CPU a jednotlivými uzly bude probíhat po průmyslovém ethernetu jednak po optickém vedení – vzhledem k dlouhým vzdálenostem nelze použít metalický kabel – a jednak Wi-Fi spojením – neboť propojení s některými uzly kabelem je nevhodné.

8 Způsoby ukládání a archivace dat

Vysvětlivky:

TBD...technicko bezpečnostní dohled

VD.....vodohospodářský dispečink

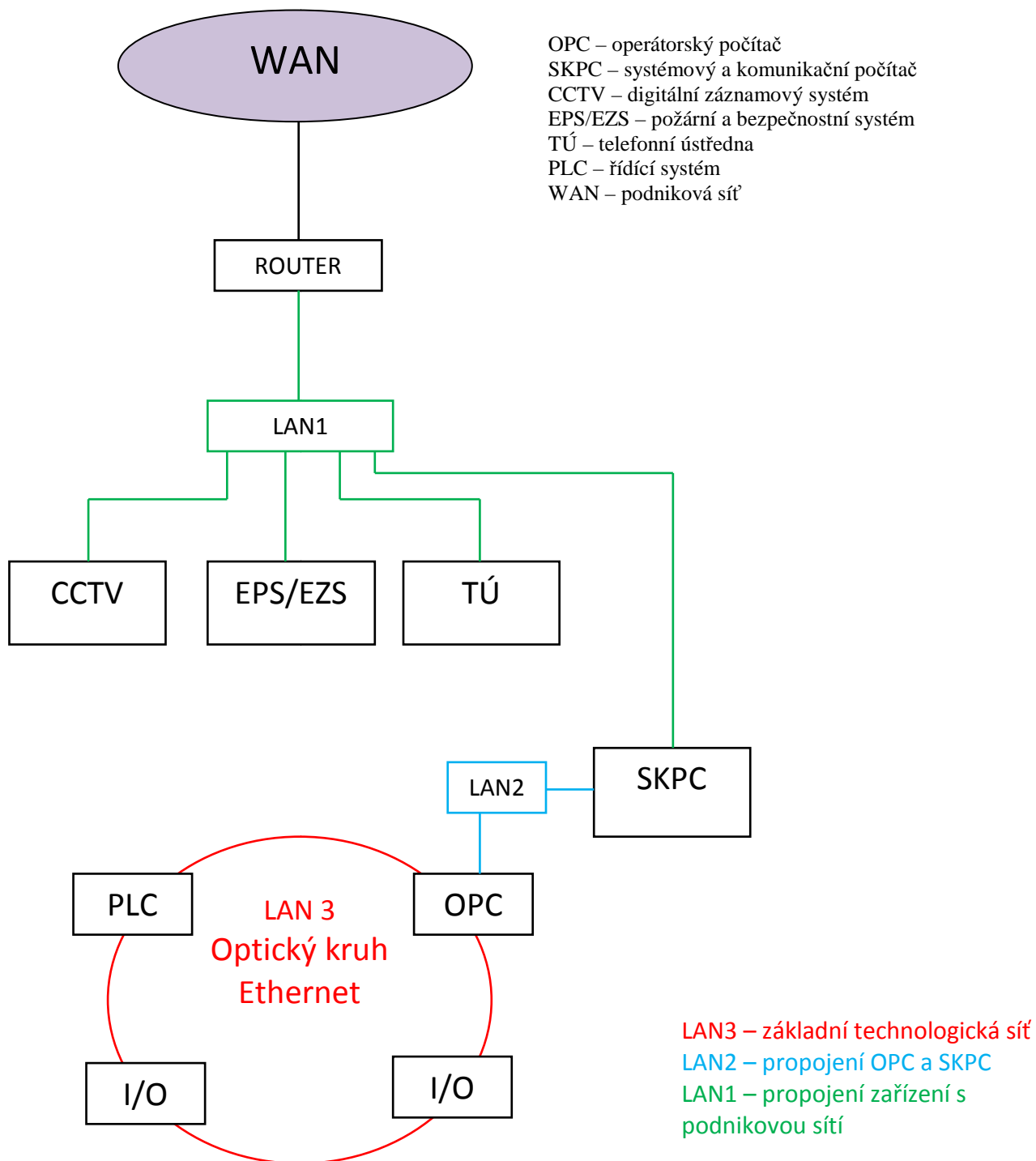
CVD PV centrální VD povodí Vltavy

Archivace dat bude provedena v operátorském počítači v průmyslovém provedení – to vzhledem k nárokům na nepřetržitý provoz. Jako operační systém bude použit systém Windows XP. . Pro účely zabezpečení dat v případě výpadku napájení je napájen ze zálohovacího zdroje UPS.Průmyslový počítač bude propojen s programovatelným automatem PLC sběrnici ethernet.

Monitorovací systém na VD Hracholusky bude sloužit k následujícím účelům:

- automatické měření a evidence hodnot vybraných veličin TBD, včetně hlídání mezí a hlášení vybraných stavů formou SMS na mobilní telefony
- evidence ručně zapisovaných hodnot dalších veličin
- místní zpracování evidovaných údajů
- generování datových struktur pro potřeby VD TBD
- generování exportních souborů pro potřeby CVD PV

9 Obecné schéma řídicího systému



Obrázek 2: Obecné schéma řídicího systému

Elektronická zařízení, jako jsou počítače, průmyslová televize, EZS/EPS, automatické limnigrafické stanice a pod, se stávají běžnou součástí technické výbavy vodních děl. Tato zařízení lze získat od různých výrobců, nebo aplikačních firem. To mnohdy, zvláště je-li budování technické výbavy rozloženo do delšího časového období, nebo je-li zajišťováno různými dodavateli, vede k nesourodosti technického vybavení, a následně k problémům s udržováním a provozováním takových náhodných souborů, s jejich bezpečností a využitelností informací, které se jejich prostřednictvím získávají, zejména jejich sdílení či distribuce na různých organizačních úrovních u provozovatele vodního díla, vzdálených od vlastního objektu vodního díla.

Současná úroveň technických prostředků, zejména pak jejich komunikační schopnosti, dávají možnost systematického řešení této problematiky. Struktura, znázorněná na schématu, realizuje jednotný systém sběru informací na vodním díle a jejich zpřístupnění obsluze, a prostřednictvím sítě WAN i dalším organizačním složkám provozovatele zapojeným do této sítě. Současně zajišťuje přijatelnou míru bezpečnosti systému, jak z hlediska poruch jednotlivých komponentů, tak z hlediska zlomyslného zásahu ze strany vnějšího komunikačního prostředí, skrze které je realizována síť WAN. Struktura navíc umožňuje dodavatelům, případně servisním organizacím, dálkovou diagnostiku závad jednotlivých komponent systému, pokud mají potřebné vybavení.

Systém je budován hierarchicky, komponenty základní úrovně, které jsou nejbližší technologii vodního díla, a jsou tudíž nejpodstatnější z hlediska bezpečnosti, jsou současně nejdále od vnějšího komunikačního prostředí, které zprostředkovává zapojení do sítě WAN. Na vyšších úrovních se pak postupně připojují další zařízení, s menším vlivem na bezpečnost vodního díla. Současně směrem k vyšším úrovním rostou objemy dat dostupné pro síť WAN. Komunikaci mezi jednotlivými komponenty systému zprostředkovávají tři nezávislé sítě LAN s komunikací ETHERNET.

Technicky tvoří základní úroveň systému programovatelný automat (PLC), zajišťující sběr a prvotní zpracování dat ze snímačů instalovaných na jednotlivých měřicích místech, případně dálkové ovládání určených mechanismů vodního díla. Vzhledem k poměrně velkým vzdálenostem jednotlivých měřicích míst je programovatelný automat budován jako decentralizovaný. Jednotlivé vzdálené periferie automatu tvoří měřicí uzly, umístěné co nejbližší k měřeným místům. LAN1 je základní technologická síť. Jejím úkolem je přenést do procesoru programovatelného automatu informace od vzdálených periférií, např. snímačů polohy uzávěrů ve strojovně spodních výpustí, snímačů tlaku v revizní štolě, snímačů průtoku prosáklé vody v místě měření, apod. Této úrovni je věnována největší pozornost z hlediska technické bezpečnosti, tj. zejména maximální potlačení vlivu působení atmosférické elektřiny, mechanického poškození kabelů a případných poruch jednotlivých prvků systému sběru dat.

Síť LAN1 je realizována optickým vedením v kruhové topologii, vybavená prvky s možností redundance. Jednotlivé kabely jsou vedeny podle možnosti odlišnými trasami, aby komunikace nebyla přerušena ani v havarijních situacích. Kruhová topologie pak zajišťuje funkčnost systému i při výpadku jednoho celého měřicího uzlu. K síti LAN1 je dále připojen operátorský počítač (OPC), případně zařízení pro rychlé hlášení nestandardních stavů (např. GSM modem). Operátorský počítač umožňuje vkládání ručně měřených dat, a zajišťuje kompletní zpracování měřených dat, zejména jejich zpřístupnění obsluze, vytváření souborů dat pro příslušná pracoviště provozovatele vodního díla (např. technicko-bezpečnostní dozor TBD), případně souborů potřebných pro dálkovou diagnostiku poruch technických zařízení základní úrovně. Dále umožňuje obsluhu dálkové ovládání vybraných mechanismů vodního díla. Operátorský počítač je propojen se systémovým komunikačním počítačem (SKPC). Propojení zprostředkovává síť LAN2. Účel síť LAN2 je výhradně bezpečnostní, odděluje průmyslovou síť LAN1 od ostatních prvků a kancelářských aplikací. Síť je nastavena tak, že umožňuje přenos předem určených datových souborů připravených operátorským počítačem pro oprávněné

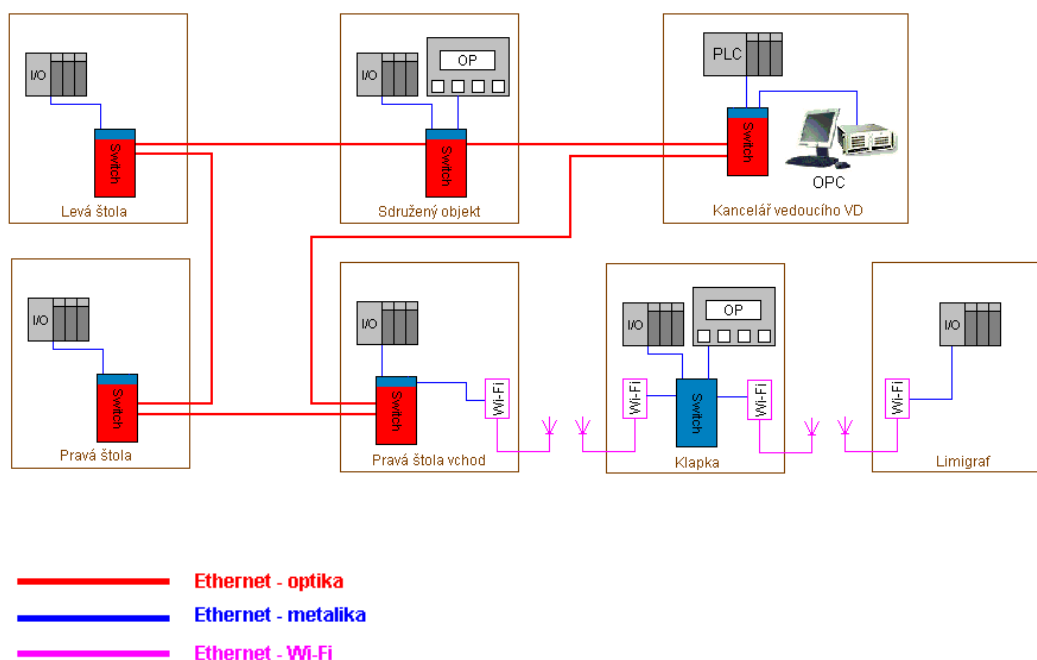
uživatelé výhradně směrem od operátorského počítače do SKPC. SKPC umožňuje obsluhu vytváření dalších dokumentů souvisejících s provozem vodního díla (např. provozní deník), a zpřístupňuje data převzatá z operátorského počítače, případně dalších zařízení oprávněným uživatelům.

Síť LAN3 propojuje systémový komunikační počítač s dalšími technickými zařízeními, jako je systém průmyslové televize vč. záznamu obrazu, elektronické zabezpečení objektu, telefonní ústředna, počítač vedoucího, případně další elektronická vybava vodního díla. Tato úroveň je pak přes příslušná bezpečnostní zařízení typu router/firewall přístupná vzdáleným oprávněným uživatelům prostřednictvím sítě WAN. Přenosovým prostředím může být veřejná telekomunikační síť, případně jiné prostředí.

10 Návrh řídicího systému

10.1 Přehledové schéma monitorovacího systému VD

Hracholusky



Obrázek 3: Přehledové schéma monitorovacího systému

Přehledové schéma monitorovacího systému VD Hracholusky zobrazuje náhled na umístění a propojení jednotlivých uzlů PLC systému včetně připojení zobrazovacích operátorských panelů a operátorského počítače. Jedná se o

průmyslovou síť Ethernet, která je zde vedena hned třemi způsoby. Jednak je zde klasické metalické vedení znázorněné modrou barvou, jednak vedení po optickém vlákně - barva červená a jednak propojení bezdrátové - Wi-Fi – barva růžová. Použití různých vedení je v tomto případě nezbytné, proto je potřeba zvolit síťové prvky tak, aby byly vzájemně kompatibilní. Specifikace jednotlivých síťových prvků bude popsána v některé z následujících kapitol stejně, jako budou specifikovány všechny prvky řízení.

10.2 Programovatelný automat – PLC

Programovatelný automat zde slouží pro sběr dat jednotlivých měřených veličin. centrální procesorová jednotka CPU je umístěna v provozní budově v kanceláři vedoucí objektu v rackové skříni. Zvolila jsem programovatelný automat (dále PLC) typu Premium firmy Schneider Electric programovatelný software UNITY, neboť je to standard Povodí Vltavy, s.p.. Vsutpní a výstupní jednotky jsou použity jednoty Advantys OTB, vyráběné rovněž firmou Schneider Electric.

10.2.1 CPU – centrální procesorová jednotka



Obrázek 4: Sestava PLC Premium

Na obrázku je sestava programovatelného automatu Premium TSXP572634 umístěného v rackové skříni v kanceláři vedoucího objektu.

Sestava:

- napájecí zdroj PSY2600M - zdroj 26W, napájení 120/230VAC
- CPU TSXP572634 včetně paměťové karty potřebné pro uchování programu a Ethernet portu TCP/IP 10/100Mb pro připojení k síti
- analogová karta AEY800 - 8 analogových vstupů $\pm 10V$, $0/1 \div 5/10V$, $0/4 \div 20mA$, 12 bitů, s konektorem
- karta digitálních vstupů - diskrétní vstupy 8 k s galvanickým oddělením, 24VDC

Centrální procesorová jednotka je naprogramována software UNITY. Obsahuje řídicí program pro sběr dat, konfiguraci sítě a konfiguraci komunikace s ostatními síťovými prvky.

K analogovému modulu je připojen teploměr pro měření venkovní teploty, zbylých 8 vstupů je zatím rezerva.

K modulu diskrétních vstupů je připojen signál ze srážkoměru, ze kterého se na základě počtu impulsů měří srážky.

10.2.2 Distribuované vstupy a výstupy

Na místě distribuovaných jednotek jsem použila moduly Advantys OTB. Jedná se o optimalizovaný a úsporný systém distribuovaných vstupů/výstupů s krytím IP20, který využívá stejné rozšiřující moduly jako Twido – malý programovatelný automat firmy Schneider Electric. Podporuje 3 základní komunikace - Modbus, CANopen a Ethernet.

10.2.2.1 Konfigurace Sdružený objekt



Obrázek 5: Sestava Advantys OTB – Sdružený objekt

Sestava sdruženého objektu:

- OTB1E0DM9LP – komunikační modul Ethernet s 12-ti integrovanými digitálními vstupy a 6-ti integrovanými reléovými výstupy
- 2x TWD AMI 2HT - 2 analogové vstupy konfigurovatelné buď 4..20mA nebo 0..10V s 12-ti bitovým rozlišením

Ve sdruženém objektu je analogově měřena výška vody v nádrži, teplota vody v nádrži, otevření levého a pravého rozstřikovacího uzávěru. Pro snímání hodnot je použita konfigurace 4..20mA. K binárním vstupům je připojeno snímání koncových poloh (otevřeno a zavřeno) levé a pravé návodní tabule spodní výpusti.

10.2.2.2 Konfigurace Levá revizní štola



Obrázek 5: Sestava Advantys OTB – Levá revizní štola 1

Sestava I/O v levé revizní štole

- OTB1E0DM9LP – komunikační modul Ethernet s 12-ti integrovanými digitálními vstupy a 6-ti integrovanými reléovými výstupy
- 1x TWD AMI 2HT - 2 analogové vstupy konfigurovatelné buď 4..20mA nebo 0..10V s 12-ti bitovým rozlišením

V levé revizní štole je analogově měřen průsak. Druhý analogový vstup je rezerva a rovněž tak všechny binární vstupy a výstupy.

10.2.2.3 Konfigurace Pravá revizní štola



Obrázek 6: Sestava Advantys OTB – Pravá revizní štola 2

Sestava v pravé revizní štole:

- OTB1E0DM9LP – komunikační modul Ethernet s 12-ti integrovanými digitálními vstupy a 6-ti integrovanými reléovými výstupy
- 6x TWD AMI 2HT - 2 analogové vstupy konfigurovatelné buď 4..20mA nebo 0..10V s 12-ti bitovým rozlišením

Do analogových modulů v pravé revizní štole jsou svedeny měření tlaků ve vrtech

– deset vstupů 4..20mA a průsak v pravé štole – rovněž 4..20mA. Dále je zde k binárnímu vstupu přiveden signál od chodu čerpadla prosáklé vody – počítá se z něho četnost sepnutí.

10.2.2.4 Konfigurace Klapka



Obrázek 7: Sestava Advantys OTB – Strojovna Klapky přelivu

Sestava ve strojovně klapky přelivu:

- OTB1E0DM9LP – komunikační modul Ethernet s 12-ti integrovanými digitálními vstupy a 6-ti integrovanými reléovými výstupy

K digitálním vstupům je připojen absolutní desetibitový snímač polohy klapky. Výstupem je hodnota v Grayově kódu, kterou PLC přepočítá na správnou hodnotu.

10.2.2.5 Konfigurace Limnigraf



Obrázek 8: Sestava Advantys OTB – Budka Limnigrafu

Sestava I/O v budce limnigrafu

- OTB1E0DM9LP – komunikační modul Ethernet s 12-ti integrovanými digitálními vstupy a 6-ti integrovanými reléovými výstupy
- 1x TWD AMI 2HT - 2 analogové vstupy konfigurovatelné buď 4..20mA nebo 0..10V s 12-ti bitovým rozlišením

V tomto objektu je do analogových vstupů svedeno měření teploty vody na odtoku pod hrází a výška hladiny na odtoku z VD – limnigraf.

10.3 Zobrazovací panely

V místech, kde se provádí manipulace s mechanismy, klapka, segmentové uzávěry, rozstřikovací uzávěry, je nutné, aby měla obsluha dostupné potřebné informace pro bezpečné ovládání. Pro zobrazení aktuálních veličin v těchto místech jsou použity operátorské panely firmy Schneider Electric, XBTBT1130. Je to LCD panel s dotekovou obrazovkou a šesti dynamickými tlačítky umístěnými na pravé straně panelu. Funkci tlačítek je možné nakonfigurovat pro každou obrazovku zvlášť. Zde je použito pouze jedno tlačítko pro Kvítaci(odstranění) poruch z paměti PLC. Do průmyslové sítě jsou připojeny komunikací Modbus TCP, komunikujících po síti Ethernet.



Obrázek 9: LCD panel XBTGT 1130

10.3.1 Panel ve Sdruženém objektu

Sdruzeny objekt					
Poloha klapky:	123.12	m n.m.	Prutok klapka:	123.1	m ³ /s
Poloha LV:	123.1	%	Prutok LV:	123.1	m ³ /s
Poloha PV:	123.1	%	Prutok PV:	123.1	m ³ /s
Horni hladina:	123.12	m n.m.	Celkovy prutok:	123.1	m ³ /s

Obrázek 10: Obrazovka panelu ve Sdruženém objektu

Jelikož jsou ve sdruženém objektu umístěna tlačítka pro ovládání rozstřikovacích uzávěrů a návodních tabulí, bylo zde nutné umístit panel zobrazující potřebné údaje o stavu měřených veličin.

Údaje:

1. poloha klapky v m n.m
2. poloha levého uzávěru v %
3. poloha pravého uzávěru v %
4. průtok klapkou v m³/s
5. průtok levým uzávěrem v m³/s
6. průtok pravým uzávěrem v m³/s
7. Celkový průtok vodním dílem v m³/s
8. Výška hladiny vody v nádrži v m n.m

10.3.2 Panel v objektu Klapky přelivu

Klapka přelivu					
Poloha klapky:	123.12	m n.m.	Prutok klapka:	123.1	m ³ /s
Poloha LV:	123.1	%	Prutok LV:	123.1	m ³ /s
Poloha PV:	123.1	%	Prutok PV:	123.1	m ³ /s
Horní hladina:	123.12	m n.m.	Celkový prutok:	123.1	m ³ /s

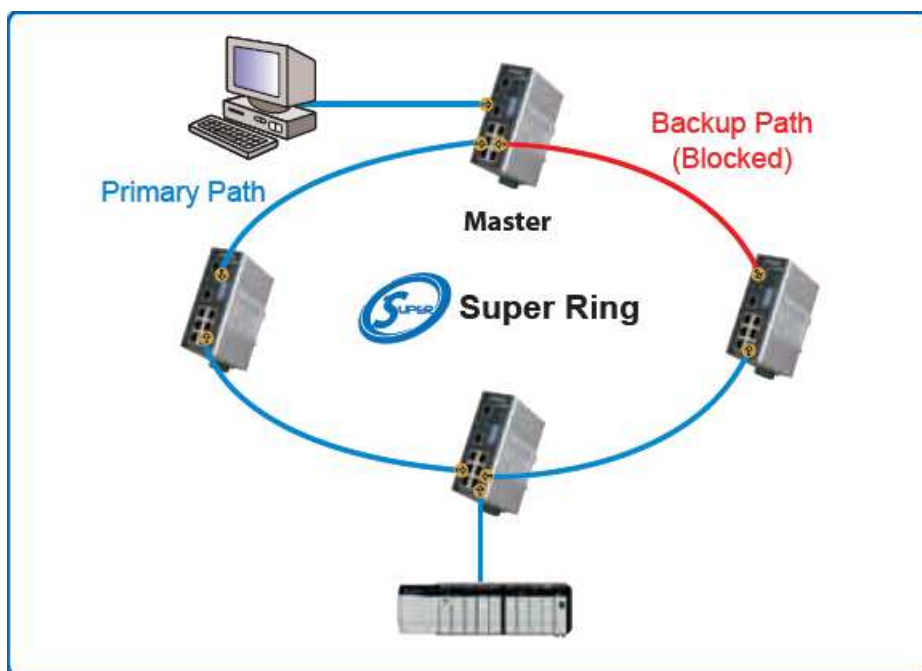
Obrázek 11: Obrazovka panelu ve strojovně klapky přelivu

V tomto objektu je rovněž nutné, aby obsluha znala základní měřené údaje, neboť jsou zde umístěny ovládací prvky pro pohyb klapkou přelivu. Pro jednoduchost a přehlednost jsem zvolila naprosto stejné zobrazení.

11 Operátorský počítač OPC

Operátorský počítač slouží k zpracování a ukládání dat sebraných řídicím systémem. Je zde použit počítač v průmyslovém provedení, neboť jsou na něj kladeny vyšší nároky na provoz – je v nepřetržitém provozu. Je v provedení do 19“ racku a umístěn v rackové skříni v kanceláři vedoucího spolu s dalším technickým vybavením. Je na něm nainstalován systém Windows XP a jako Scada je použit sw Vijeo Look firmy Schneider Electric.

12 Prvky komunikace



Obrázek 12: Schéma propojení switchů v konfiguraci SuperRing

Pro zajištění vyšší bezpečnosti komunikace jsou použity switche, umožňující propojení do kruhu. Jedná se o switche zn.Korenix, JetNet 4508f, které nabízí možnost připojení jednotlivých prvků metalickými kabely a následné propojení optickým vedením.

12.1 Metalické vedení

Všechny prvky řízení jsou připojeny na průmyslovou sběrnici Ethernet.

V jednotlivých uzlech jsou umístěné síťové prvky – switche, ke kterým jsou metalickými kabely připojeny PLC, panely a Operátorský počítač.

12.2 Optické vedené

Jednotlivé uzly jsou propojeny optickým vedením. Jelikož souběžně v některých místech vedou silové kabely a jelikož se jedná o velké vzdálenosti, je toto propojení optimální a bezpečnější. Pro zvýšení bezpečnosti je použito zapojení do kruhu – SuperRing. V tomto zapojení je jeden switch nastaven jako Master a ostatní jsou k němu připojeny tak, že v případě přerušení kruhu se v čase do 300ms komunikace obnoví. Tím je zajištěna nepřetržitá dodávka dat do operátorského počítače a tím i dostatečná informovanost obsluhy o stavu vodního díla.

12.3 Bezdrátová komunikace

Z míst, které je problematické propojit kabely, jsou informace získávány bezdrátovým přenosem. Jedná se o budku Limnigrafu a Strojovnu klapky. Wi-fi radia jsou umístěna v těchto místech a dále pak ve sdruženém objektu, kde je vše přeneseno do pevné sítě. Jsou zde použity radia Compex WPE54G, která fungují jako bezdrátový ethernetový adaptér.

13 Zhodnocení

V bakalářské práci jsem se snažila přiblížit funkci vodního díla, přehrady a seznámit s předpisy a postupy pro měření potřebných veličin. Následně jsem se zaměřila na konfiguraci a způsob zapojení PLC. Podrobně jsem navrhla sestavu řídicího automatu včetně zobrazovacích panelů. Navrhla jsem komunikaci a určila síťové prvky, po kterých bude komunikace probíhat. Dbala jsem přitom na dodržení bezpečnosti a vzala v úvahu možná nebezpečí přerušení toku dat, která by mohla způsobit zpožděnou informovanost obsluhy vodního díla a tím zavinit katastrofu.

Seznam obrázků:

obrázek1. VD Hracholusky

obrázek2. Obecné schéma řídicího systému

obrázek3. Přehledové schéma monitorovacího systému

obrázek4. Sestava PLC Premium

obrázek5. Sestava Advantys OTB – Levá revizní štola 3

obrázek6. Sestava Advantys OTB – Pravá revizní štola 4

obrázek7: Sestava Advantys OTB – Strojovna Klapky přelivu

obrázek8: Sestava Advantys OTB – Budka Limnigrafu

obrázek9: LCD panel XBTGT 1130

obrázek10: Obrazovka panelu ve Sdruženém objektu

obrázek11: Obrazovka panelu ve strojovně klapky přelivu

obrázek12: Schéma propojení switchů v konfiguraci SuperRing

Seznam zdrojů informací:

[1] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Přehrada>

[2] Dokumentace VD Hracholusky

[3] <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107688-katastrofa-na-bile-desne>

[4] <http://www.stavlisty.cz/2003/05/povodi.html>

[5] Věstník MŽP 07/00